

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年10月18日

出願番号

Application Number: 特願2002-304124

[ST.10/C]:

[JP2002-304124]

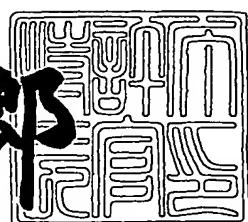
出願人

Applicant(s): 大阪大学長

2003年 4月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3028454

【書類名】 特許願
【整理番号】 U2002P133
【提出日】 平成14年10月18日
【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿
【国際特許分類】 G11B 5/00
【発明の名称】 磁性メモリ、磁性メモリアレイ、磁性メモリの製造方法
、磁性メモリの記録方法、及び磁性メモリの読み出し方
法
【請求項の数】 34
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府箕面市粟生間谷西1丁目4-8-203
【氏名】 山本 雅彦
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府豊中市春日町3丁目12-5-208
【氏名】 中谷 亮一
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府豊中市西緑丘2丁目2-4-442
【氏名】 遠藤 恭
【特許出願人】
【識別番号】 391016945
【氏名又は名称】 大阪大学長 岸本 忠三
【代理人】
【識別番号】 100072051
【弁理士】
【氏名又は名称】 杉村 興作
【選任した代理人】
【識別番号】 100059258
【弁理士】
【氏名又は名称】 杉村 晓秀

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709713

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁性メモリ、磁性メモリアレイ、磁性メモリの製造方法、磁性メモリの記録方法、及び磁性メモリの読み出し方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 円盤状の第1の磁性層と、この第1の磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層とを含む磁性体をえることを特徴とする、磁性メモリ。

【請求項2】 前記第2の磁性層の外径及び内径をそれぞれD1及びD2とした場合において、 $D2/D1$ が0.1～0.8の範囲であることを特徴とする、請求項1に記載の磁性メモリ。

【請求項3】 前記第2の磁性層の外径D1は100nm～1500nmであり、前記第2の磁性層の内径D2は10nm～1200nmであることを特徴とする、請求項2に記載の磁性メモリ。

【請求項4】 前記第1の磁性層の厚さ及び前記第2の磁性層の厚さをそれぞれt1及びt2とした場合において、 $t1/t2$ が1/5～5の範囲であることを特徴とする、請求項1～3のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項5】 前記第1の磁性層に厚さt1は4nm～20nmであり、前記第2の磁性層の厚さt2は4nm～20nmであることを特徴とする、請求項4に記載の磁性メモリ。

【請求項6】 前記第1の磁性層及び前記第2の磁性層は、室温強磁性体から構成されることを特徴とする、請求項1～5のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項7】 前記第2の磁性層中の磁化の向きが、前記第2の磁性層のリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）であることを特徴とする、請求項1～6のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項8】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項1～7のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項9】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さをhとし、前記磁性体の外径をHとした場合において、前記切り欠き部の高さhと前記外径Hとの比(h/H)が0.006以上であることを特徴とする、請求項8に記載の磁性メモリ。

【請求項10】 前記磁性体上において、非磁性層を介してリング形状の膜面を有する第3の磁性層を設けたことを特徴とする、請求項1～9のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項11】 前記第3の磁性層の厚さ t_3 が 5 nm～20 nmであることを特徴とする、請求項10に記載の磁性メモリ。

【請求項12】 前記第3の磁性層は室温強磁性体から構成されたことを特徴とする、請求項10又は11に記載の磁性メモリ。

【請求項13】 前記第3の磁性層の、前記磁性体と対向する主面と隣接するよにして反強磁性層を設けたことを特徴とする、請求項10～12のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項14】 前記第3の磁性層は、前記リング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化されていることを特徴とする、請求項10～13のいずれか一に記載の磁性メモリ。

【請求項15】 前記第3の磁性層における磁化の向きが固定されていることを特徴とする、請求項13又は14に記載の磁性メモリ。

【請求項16】 請求項1～15のいずれか一に記載の磁性メモリを複数規則的に配列してなることを特徴とする、磁性メモリアレイ。

【請求項17】 所定の基板を準備する工程と、

前記基板の主面上に円形の開口部を有するマスクを形成する工程と、

前記基板を回転させながら、前記基板の前記主面に対して、前記主面の法線方向から所定の角度で傾斜するよにして磁性粒子を入射させ、円盤状の第1の磁性層上にリング状の第2の磁性層が形成されてなる磁性体を形成することを特徴とする、磁性メモリの製造方法。

【請求項18】 前記磁性粒子の、前記基板の前記主面の法線方向からの傾斜角度が 30 度～60 度であることを特徴とする、請求項17に記載の磁性メモリの製造方法。

【請求項19】 円盤状の第1の磁性層とリング状の第2の磁性層とを積層して磁性体を形成する工程と、

前記磁性体に対して外部磁場を印加することにより、前記第1の磁性層を渦状

に磁化させる工程と、

前記第1の磁性層の前記渦状磁化を核として、前記第2の磁性層をそのリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化させて0又は1の情報を記録するようにしたことを特徴とする、磁性メモリの記録方法。

【請求項20】 前記第2の磁性層の外径及び内径をそれぞれD1及びD2とした場合において、D2/D1を0.1～0.8の範囲に設定したことを特徴とする、請求項19に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項21】 前記第2の磁性層の外径D1を100nm～1500nmに設定し、前記第2の磁性層の内径D2を10nm～1200nmに設定することを特徴とする、請求項20に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項22】 前記第1の磁性層の厚さ及び前記第2の磁性層の厚さをそれぞれt1及びt2とした場合において、t1/t2を1/5～5の範囲に設定することを特徴とする、請求項19～21のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項23】 前記第1の磁性層に厚さt1を4nm～20nmに設定し、前記第2の磁性層の厚さt2を4nm～20nmに設定することを特徴とする、請求項22に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項24】 前記第1の磁性層及び前記第2の磁性層は、室温強磁性体から構成することを特徴とする、請求項19～23のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項25】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項19～24のいずれか一に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項26】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さをhとし、前記磁性体の外径をHとした場合において、前記切り欠き部の高さhと前記外径Hとの比(h/H)が0.006以上であることを特徴とする、請求項25に記載の磁性メモリの記録方法。

【請求項27】 円盤状の第1の磁性層とリング状の第2の磁性層とを積層して磁性体を形成する工程と、

前記磁性体上において、非磁性層を介してリング状の膜面を有する第3の磁性

層を設けるとともに、前記第3の磁性層を前記リング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化し、前記第2の磁性層をそのリング状の膜面に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に磁化させて記録した0又は1の情報を、前記第3の磁性層における磁化の向きと前記第2の磁性層における磁化の向きとの相対的位置関係に依存した抵抗値に基づく電流値変化から読み出すようにしたことを特徴とする、磁性メモリの読み出し方法。

【請求項28】 前記第3の磁性層の、前記磁性体と対向する主面と隣接するようにして反強磁性層を設け、前記第3の磁性層の磁化の向きを固定したことを特徴とする、請求項27に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項29】 前記第2の磁性層の外径及び内径をそれぞれD1及びD2とした場合において、 D_2 / D_1 を0.1～0.8の範囲に設定することを特徴とする、請求項27又は28に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項30】 前記第2の磁性層の外径D1を100nm～1500nmに設定し、前記第2の磁性層の内径D2を10nm～1200nmに設定することを特徴とする、請求項29に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項31】 前記磁性体の外周部を切り欠いたことを特徴とする、請求項27～30のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項32】 前記磁性体の外周部における切り欠き部の高さをhとし、前記磁性体の外径をHとした場合において、前記切り欠き部の高さhと前記外径Hとの比（ h / H ）が0.006以上であることを特徴とする、請求項31に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項33】 前記第1の磁性層の厚さt1を4nm～20nmに設定し、前記第2の磁性層の厚さt2を4nm～20nmに設定し、前記第3の磁性層の厚さt3を5nm～20nmに設定することを特徴とする、請求項27～32のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【請求項34】 前記第1の磁性層、前記第2の磁性層、及び前記第3の磁性層は室温強磁性体から構成することを特徴とする、請求項27～33のいずれか一に記載の磁性メモリの読み出し方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マグネティック・ランダム・アクセス・メモリ（MRAM）として好適に用いることのできる不揮発性の磁性メモリ及び磁性メモリアレイ、並びにその製造方法に関し、さらには前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び読み出し方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

種々の電子機器が宇宙空間などの特殊な環境下で用いられるようになり、このため放射線などに晒されても記録された情報が失われることのない記録装置の確立が求められている。かかる観点より、放射線などに対する耐性が高く、情報の不揮発性を有するとともに、簡単な構造の磁性メモリセルを有するMRAMの開発が盛んに進められている。

【0003】

従来の磁性メモリセルは長方形形状を呈し、その磁化の向きに応じて0又は1の情報を記録するようにしている。しかしながら、このような磁性メモリセルにおいては、その形状に起因して前記磁化に起因した磁束がセル外部へ漏洩してしまっていた。一方で、MRAMの記録容量を増大させるべく、複数の磁性メモリセルを高密度で配列する試みがなされているが、この場合においては、上述した漏洩磁界によって隣接する磁性メモリセルに対して甚大な影響を与えてしまい、結果的に実用的な高密度MRAMを得ることはできなかった。

【0004】

このような観点から、本発明者らは、磁性メモリの形状をリング形状とし、前記磁性メモリを前記リング形状に沿って右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に渦状に磁化させ、これら磁化の向きに応じて0又は1の情報を記録するようにした磁性メモリを開発した（特願2002-73681参照）。

【0005】

この場合においては、前記磁性メモリから磁束が漏洩しないため、これら磁性メモリを高密度に配列して例えばMRAMを作製した場合においても、漏洩磁界

が隣接する磁性メモリに悪影響を与えないため、前記磁性メモリを高密度に集積することができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したリング状の磁性メモリでは、その内周壁の存在により磁壁移動が妨げられ、磁化反転が容易に行われないという問題がある。また、磁化の向きを右回り及び左回りの状態に制御するためには、Journal of Applied Physics、87巻、9号、6668-6673ページ（2001年）に述べられているように、膜面垂直方向に電流を流し、リングを中心とした回転磁界を発生する必要がある。したがって、上述したリング状の磁性メモリの磁化状態の制御は極めて困難かつ複雑であり、実用的な磁性メモリとして使用することができないでいた。

【0007】

本発明は、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供することを目的とする。さらには、前記磁性メモリの製造方法、並びに前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び再生方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成すべく、本発明は、円盤状の第1の磁性層と、この第1の磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層とを含む磁性体をえることを特徴とする、磁性メモリに関する。

【0009】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討を行なった。その結果、リング状の磁性層を円盤状の磁性層に隣接させて形成した、具体的には前記リング状に磁性層を前記円盤状に磁性層上に形成してなる磁性体から磁性メモリを構成し、前記磁性体に対して外部磁場を印加することにより、前記円盤状の磁性体が渦状に磁化することを見出した。そして、前記渦状磁化が核となり、前記リング状の

磁性層中において、その膜面に平行に右回り（時計回り）及び左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に形成できることを見出した。

【0010】

また、外部磁場の極性を変化させれば、前記円盤状の磁性体中に生成する前記渦状磁化の方向を変えることができ、これによって前記リング状磁性層中の渦状磁化の向きを右回り（時計回り）から左回り（反時計回り）、あるいは左回り（反時計回り）から右回り（時計回り）に簡易に変えることができるようになる。したがって、前記リング状磁性層の、前記渦状磁化の磁化方向に対応させて0又は1の情報を対応させれば、実用的な磁性メモリとして提供することができるようになる。

【0011】

さらに、本発明に磁性メモリはリング状の磁性層を含む磁性体から構成されるので、前述した渦状磁化に基づく漏洩磁界が発生しない。したがって、前記磁性層を含む磁性メモリを高密度に配列して、磁性メモリアレイを作製した場合においても、隣接する磁性メモリ同士が前記漏洩磁界によって影響を受けることはない。したがって、実用に供することのできる高密度な磁性メモリアレイを提供することができるようになる。

【0012】

また、本発明の好ましい態様においては、前記磁性メモリを構成する前記磁性体の外周部を切り欠いて構成する。これによって、前記リング状の磁性層中に右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化をより簡易に生ぜしめることができ、前記渦状磁化の方向をより簡易に制御して0又は1の情報の記録動作を行なうことのできる実用的な磁性メモリを提供できるようになる。

【0013】

本発明の磁性メモリのその他の特徴、並びに、本発明の製造方法、本発明の磁性メモリの記録方法及び読み出し方法については、以下の発明の実施の形態において詳細に説明する。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。

図1は、本発明の磁性メモリを構成する磁性体の一例を示す上平面図であり、図2は、図1に示す磁性体をA-A線に沿って切った場合の断面図である。図1及び図2に示す磁性体110は、円盤状の第1の磁性層101と、この磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層102とを含んでいる。

【0015】

第2の磁性層102の外径D1と内径D2との比(D_2/D_1)は、0.1～0.8であることが好ましく、さらには0.3～0.6であることが好ましい。これによって、磁性体110に対して外部磁場が印加された際に、第2の磁性体102の内周壁の影響を受けることなく磁壁が容易に行なわれるようになるので、第2の磁性体102中に、第1の磁性層101内に生成した渦状磁化を核とした、膜面に平行な渦状磁化を簡易に形成することができるとともに、その方向性を簡易に制御できるようになる。

【0016】

具体的に、第2の磁性層102の外径D1は100nm～1500nmであることが好ましく、第2の磁性層102の内径D2は10nm～1200nmであることが好ましい。

また、第1の磁性層101の厚さt1と第2の磁性層の厚さt2との比(t_1/t_2)は、1/5～5であることが好ましく、さらには1/2～2であることが好ましい。これによって、第1の磁性層101と第2の磁性層102との磁気的な結合性が良好となり、第2の磁性体102中に、第1の磁性層101内に生成した渦状磁化を核とした、膜面に平行な渦状磁化を簡易に形成することができるとともに、その方向性を簡易に制御できるようになる。

【0017】

具体的に、第1の磁性層101の厚さt1は4nm～20nmであることが好ましく、第2の磁性層102の厚さt2は4nm～20nmであることが好ましい。

【0018】

第1の磁性層101及び第2の磁性層102は、例えばNi-Fe、Ni-F

e-Co、Co-Fe及びNi-Fe-Coなどの室温強磁性体から構成することができる。なお、室温強磁性体とは、室温において強磁性的性質を示す磁性体を意味し、上述した磁性材料の他に公知の磁性材料を含むことができる。

【0019】

図1及び図2に示す磁性メモリは次のようにして作製することができる。図3～図6は、本発明の磁性メモリの製造方法を説明するための工程図である。

【0020】

最初に、図1に示すように、所定の基板201を準備し、この基板の主面202上に円形の開口部203を有するレジストパターンからなるマスク204を形成する。次いで、基板201を所定の速度、例えば60rpmなる速度で回転させながら、マスク204の開口部203内に、基板201の主面202の法線方向Nから角度θだけ傾斜するようにして磁性粒子205を入射させる。すると、図4及び図5に示すように、磁性粒子205は、基板201の主面202上及びマスク203の開口部204の側壁面上に堆積するようになる。

【0021】

次いで、磁性粒子205が開口部204内に所定量堆積した後、マスク2をアセトンなどの溶剤で溶かすと、図6に示すように、円盤状の第1の磁性体207上にリング状の第2の磁性体209が積層された磁性体210を得る。

【0022】

磁性粒子205は、真空蒸着法及びスパッタリング法などの公知の手法を用いて生成することができる。なお、角度θは30度～60度に設定することが好ましい。これによって、磁性粒子205を主面202上及び開口部204の側壁面上に効率良く堆積させることができ、目的とする磁性体210を簡易に得ることができる。

【0023】

図7は、本発明の磁性メモリを構成する磁性体の他の例を示す上平面図であり、図8は、図7に示す磁性体をB-B線に沿って切った場合の断面図である。図7及び図8に示す本発明の磁性体310は、円盤状の第1の磁性層301と、この磁性層上に形成されたリング状の第2の磁性層302とを含んでいる。また、

磁性体310、すなわち第1の磁性層301及び第2の磁性層302の外周部は切り欠かれている。

【0024】

磁性体310の外周部を切り欠くように構成することにより、リング状の第2の磁性層302中に右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化をより簡易に生ぜしめることができ、前記渦状磁化の方向をより簡易に制御して0又は1の情報の記録動作を良好に行なうことのできるようになる。

【0025】

また、切り欠き部305の高さhは、磁性体310の外径Hに対して（ h/H ）が0.006以上となるようにすることが好ましい。さらに、前記比（ h/H ）の上限は特に規定されるものではないが、0.2であることが好ましい。前記比を0.2を超えて大きくしても、上述した作用効果のさらなる向上を図ることができないとともに、第2の磁性層302中に上述した渦状の磁化を生成させることができず、磁性体310を磁性メモリとして使用できなくなる場合がある。

【0026】

なお、図7及び図8に示す磁性体310の第1の磁性層301及び第2の磁性層302に要求される特性は、上述した図7及び図8に示すものと同様である。

【0027】

図9は、図7及び図8に示す磁性体を含む磁性メモリの具体的な態様を示す上平面図であり、図10は、図9に示す磁性メモリをC-C線に沿って切った場合の断面図である。

【0028】

図9及び図10に示す磁性メモリ420は、円盤状の第1の磁性層401及びリング状の第2の磁性層402が積層してなる磁性体410上において、リング状の非磁性層403を介してリング状の第3の磁性層404が形成されるとともに、第3の磁性層404上においてリング状の反強磁性層405が形成されている。非磁性層403から反強磁性層405は磁性体410と同心円状に積層されている。

【0029】

磁性体410は、図7及び図8に示すものと同様であり、上述したような特性を満足する。したがって、磁性体410を構成する第1の磁性層401の厚さ t_1 及び第2の磁性層402の厚さ t_2 を、上述したように、それぞれ4nm~20nm及び4nm~20nmに設定した場合においては、第3の磁性層404の厚さ t_3 は5nm~20nmに設定することが好ましい。これによって、以下に示す読み出し操作を良好に行なうことができる。

【0030】

第3の磁性層404は、第1の磁性層401及び第2の磁性層402と同様に室温強磁性体から構成することができる。非磁性層403は、Cu、Ag、及びAuなどの非磁性材料から構成することができ、反強磁性層405はMn-Ir、Mn-Pt、及びFe-Mnなどの反強磁性材料から構成することができる。なお、非磁性層403の厚さ及び反強磁性層405の厚さは、それぞれ磁性体410及び第3の磁性層404間を磁気的に分断できるように、さらには第3の磁性層404中の磁化を交換結合を通じて磁気的に固定できるように適宜に設定する。

【0031】

図9及び図10に示す磁性メモリに対する記録は以下のようにして実行する。図11は、外部磁場が印加された際の第1の磁性層401の磁化状態を概略的に示したものであり、図12は、そのときの第2の磁性層402の磁化状態を概略的に示したものである。なお、図中、矢印は磁化方向を表す。

【0032】

図9及び図10に示す磁性メモリ420に対して外部磁場が印加されると、図7から明らかなように、その極性に応じて円盤状の第1の磁性層401内には右回り（時計回り）（図11（a））又は左回り（反時計回り）（図11（b））の渦状磁化X1及びX2が生成される。このとき、第1の磁性層401と第2の磁性層402とは磁気的に結合しているため、リング状の第2の磁性層402中には、第1の磁性層401中に生成された渦状磁化を核として、前記渦状磁化と同方向に、その膜面と平行になるようにして右回り（時計回り）（図12（a））又は左回り（反時計回り）（図12（b））の渦状磁化Y1及びY2が生成さ

れる。したがって、第2の磁性層402中に渦状磁化を簡易に形成することができる。

【0033】

また、第1の磁性層401中の渦状磁化X1及びX2は、外部磁場の極性に応じて容易にスイッチングすることができるので、第2の磁性層402中に渦状磁化Y1及びY2も容易にスイッチングすることができる。したがって、第2の磁性層402中における渦状磁化の磁化方向を簡易に制御することができる。その結果、第2の磁性層402の渦状磁化Y1及びY2に対応するように、0又は1の情報を記憶させておくことにより、所定の情報を安定的に記憶させることができる実用的な磁性メモリを提供できるようになる。

【0034】

第2の磁性層402に記憶された情報は以下のようにして読み出す。第3の磁性層404の磁化は、反強磁性層405との交換結合により所定の方向に固定されている。例えば、第3の磁性層404内において、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）に固定されている。このとき、第2の磁性層402中の渦状磁化の磁化方向が右方向（時計回り）又は左方向（反時計回り）であるか否かによって磁性メモリ420の電気抵抗が異なる。

【0035】

すなわち、第2の磁性層402の磁化方向と第3の磁性層の磁化方向とが同一（平行）である場合、磁性メモリ420の電気抵抗は最低となり、第2の磁性層402の磁化方向と第3の磁性層の磁化方向とが逆（反平行）である場合、磁性メモリ420の電気抵抗は最大となる。したがって、第3の磁性層404を所定方向に磁化させておき、第2の磁性層402中に記録動作を実施した後、磁性メモリ420の抵抗変化に起因した電流値の変化を読み取ることによって、第2の磁性層402中に記録した情報を読み出すことができるようになる。

【0036】

【実施例】

円盤状の第1の磁性層及びリング状の第2の磁性層を、Ni-20at%Fe合金からそれぞれ厚さ8nm及び16nmに形成し、第2の磁性層の外径及び内

径をそれぞれ500nm及び300nmに設定して、図1及び図2に示すような磁性体を作製した。このようにして得た磁性体に対して所定の磁場を印加し、第1の磁性体及び第2の磁性体の磁化状態がどのようにして変化するのかについてシミュレーションした。図13及び図14にシミュレーション結果を示す。

【0037】

図13から明らかなように、印加磁場を-3000Oeから増大させていくことにより、第2の磁性層中に右回り（時計方向）の磁化が誘起され、170Oe程度の印加磁場において、前記第2の磁性層中に右方向（時計方向）の渦状磁化が生成されることが確認された。また、図14から同じ170Oeの磁場印加において、右回り（時計方向）の渦状磁化が生成されていることが判明した。したがって、前記第2の磁性層中の渦状磁化は、前記第1の磁性層中に生成した渦状磁化を核として生成されていることが分かる。

【0038】

以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない範囲において、あらゆる変形や変更が可能である。

【0039】

【発明の効果】

以上説明したように、右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供することを目的とする。さらには、前記磁性メモリの製造方法、並びに前記磁性メモリに対する情報の記録方法及び再生方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の磁性メモリを構成する磁性体の一例を示す上平面図である。
- 【図2】 図1に示す磁性体をA-A線に沿って切った場合の断面図である。
- 【図3】 本発明の磁性メモリの製造方法を説明するための一工程図である。
- 【図4】 図3に示す工程の次の工程を示す図である。
- 【図5】 図4に示す工程の次の工程を示す図である。

【図6】 図5に示す工程の次の工程を示す図である。

【図7】 本発明の磁性メモリを構成する磁性体の他の例を示す上平面図である。

【図8】 図7に示す磁性体をB-B線に沿って切った場合の断面図である。

【図9】 図7及び図8に示す磁性体を含む磁性メモリの具体的な態様を示す上平面図である。

【図10】 図9に示す磁性メモリをC-C線に沿って切った場合の断面図である。

【図11】 外部磁場が印加された際の第1の磁性層の磁化状態の概略図である。

【図12】 外部磁場が印加された際の第2の磁性層の磁化状態の概略図である。

【図13】 磁性メモリを構成する磁性体における第2の磁性層の磁化のスイッチング過程を示すシュミレーション図である。

【図14】 磁性メモリを構成する磁性体における第1の磁性層の磁化のスイッチング過程を示すシュミレーション図である。

【符号の説明】

101、301、401 第1の磁性層

102、302、402 第2の磁性層

110、310、410 磁性体

305 切り欠き部

403 非磁性層

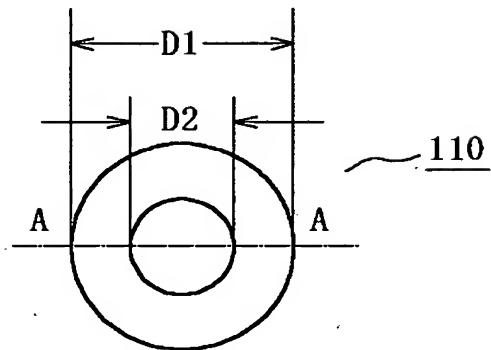
404 第3の磁性層

405 反強磁性層

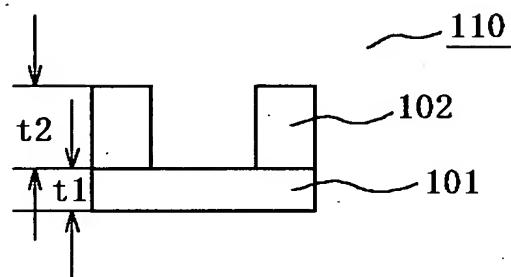
420 磁性メモリ

【書類名】 図面

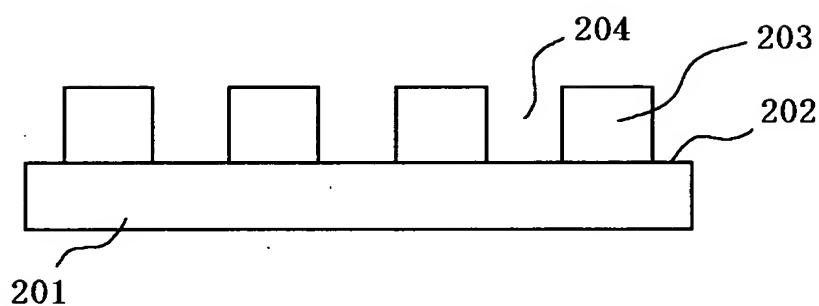
【図1】



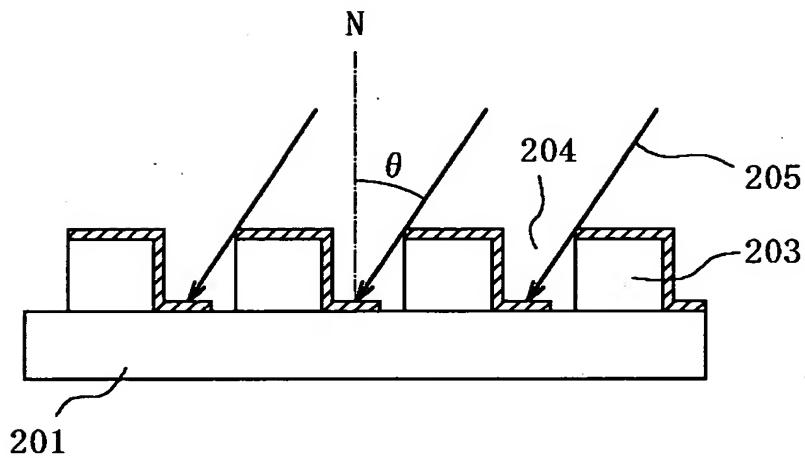
【図2】



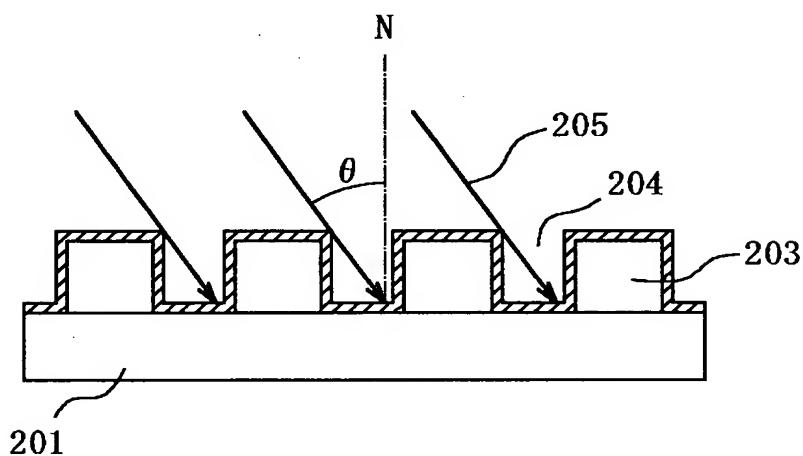
【図3】



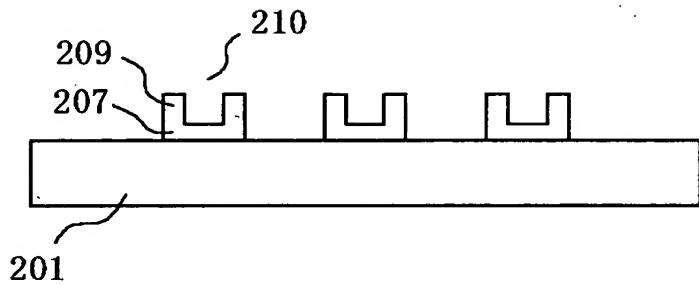
【図4】



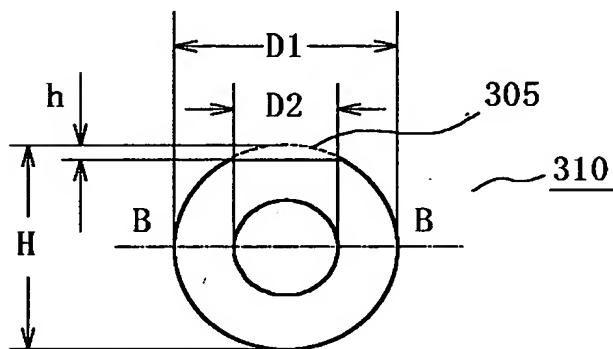
【図5】



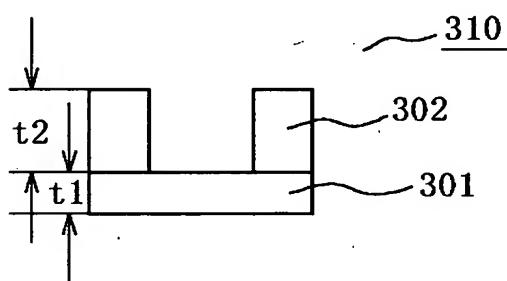
【図6】



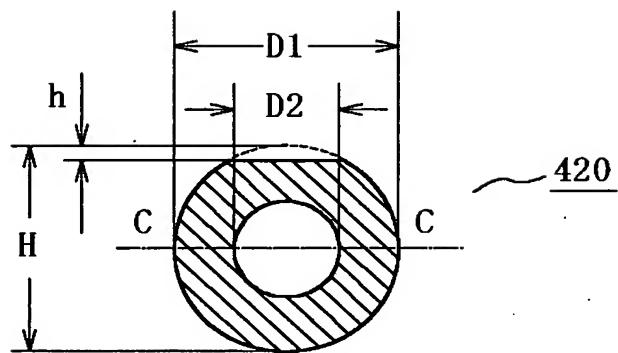
【図7】



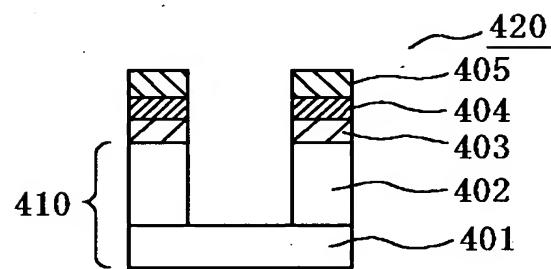
【図8】



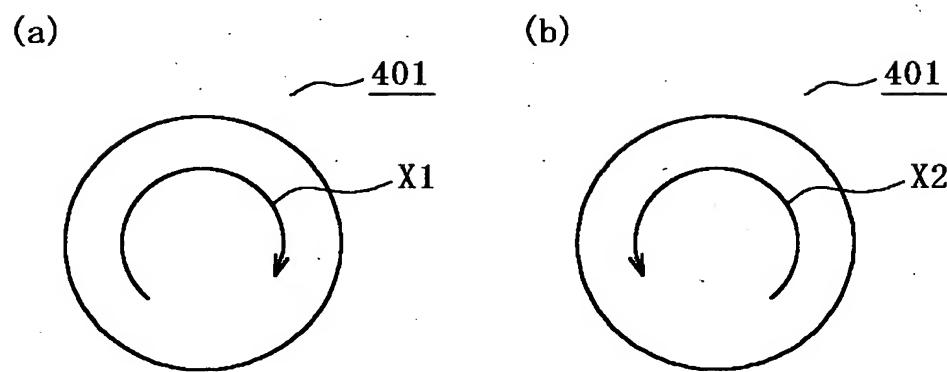
【図9】



【図10】

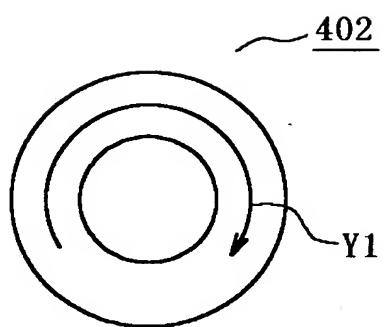


【図11】

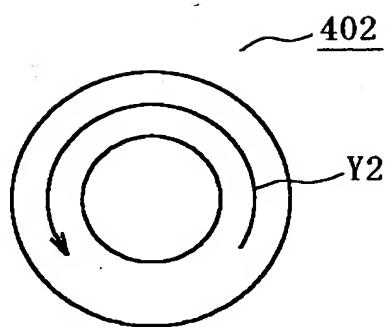


【図12】

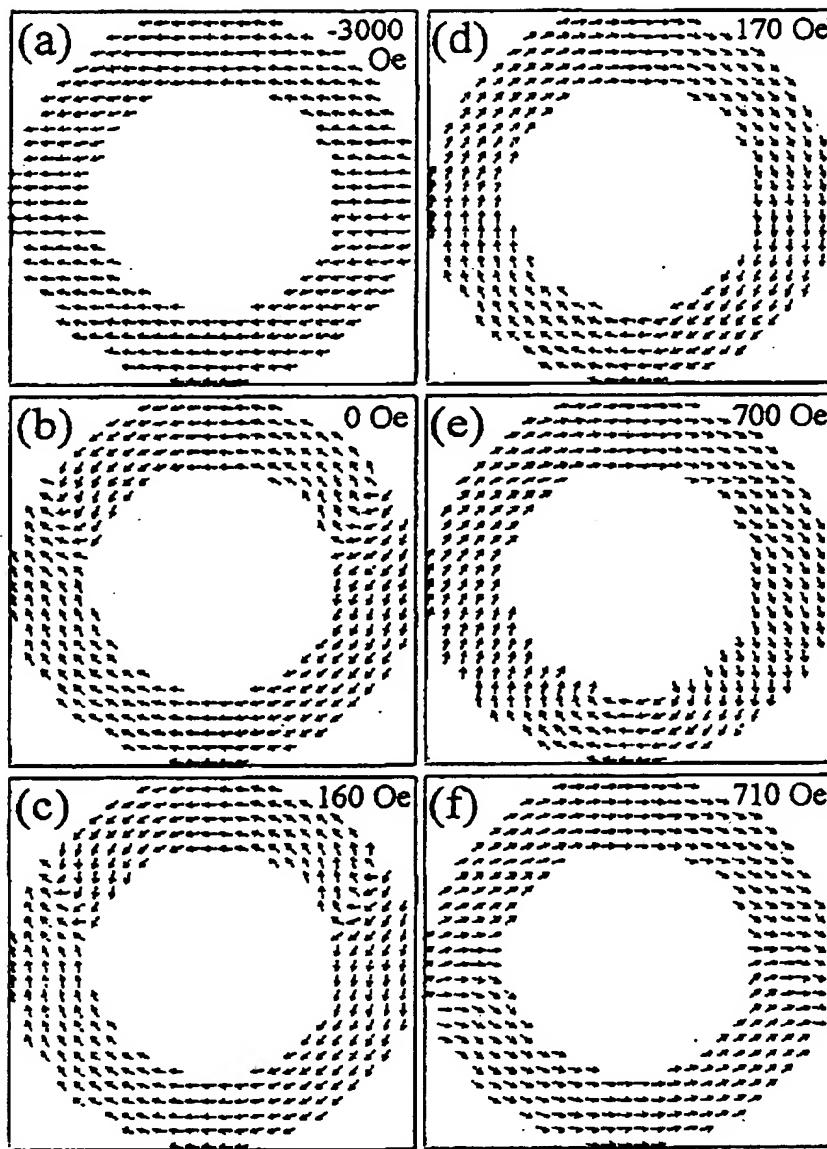
(a)



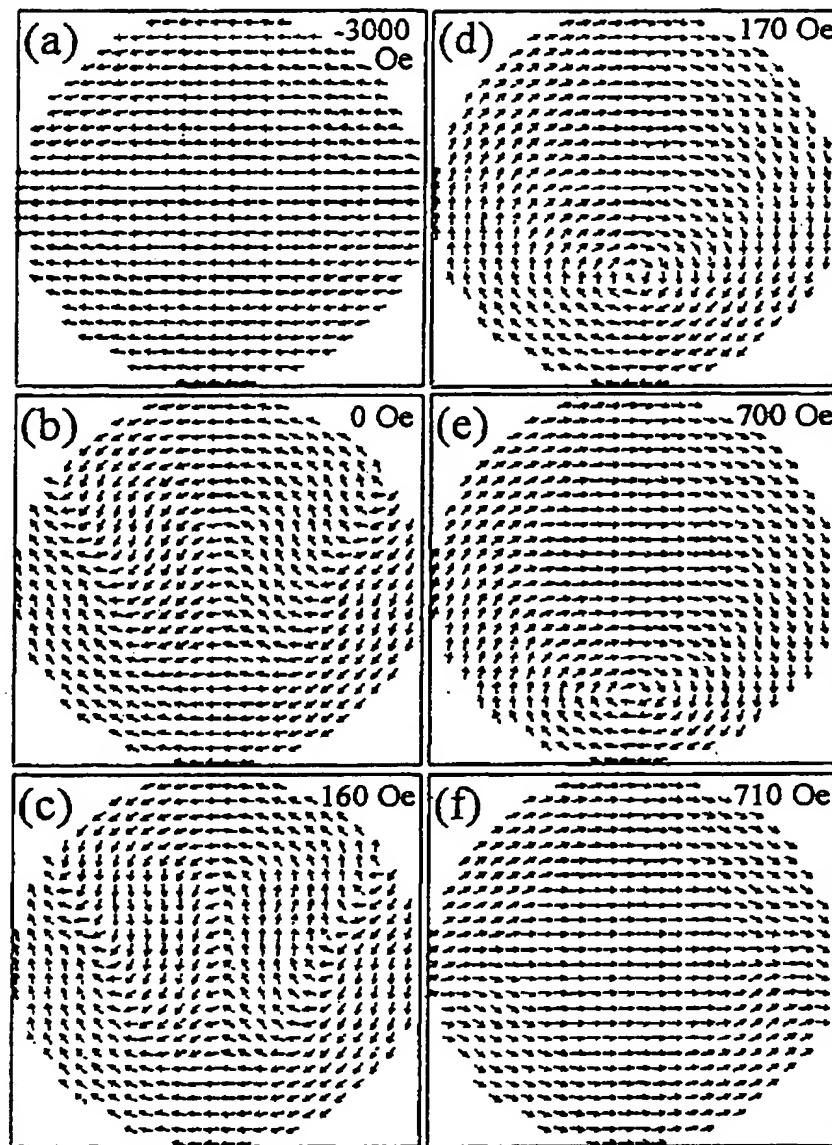
(b)



【図13】



【図14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 右回り（時計回り）又は左回り（反時計回り）の渦状磁化を簡易に生成することができ、前記渦状磁化の向きに応じて情報を安定的に記録できるようにした磁性メモリ及び磁性メモリアレイを提供する。

【解決手段】 円盤状の第1の磁性層101と、この第1の磁性層101上に形成されたリング状の第2の磁性層102とを含む磁性体110から磁性メモリを構成する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-304124
受付番号	50201570769
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成14年10月21日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	391016945
【住所又は居所】	大阪府吹田市山田丘1番1号
【氏名又は名称】	大阪大学長

【代理人】

【識別番号】	100072051
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関3-2-4 霞山ビル7階
【氏名又は名称】	杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】	100059258
【住所又は居所】	東京都千代田区霞が関3-2-4 霞山ビル7階
【氏名又は名称】	杉村 曜秀

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [391016945]

1. 変更年月日 1991年 1月31日

[変更理由] 新規登録

住所 大阪府吹田市山田丘1番1号
氏名 大阪大学長